

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : F23D 17/00, 14/46		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/06767
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	11. Februar 1999 (11.02.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02038 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Juli 1998 (20.07.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 33 145.9 31. Juli 1997 (31.07.97) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKER, Bernard [DE/DE]; Lothringer Weg 2 N, D-45481 Mülheim an der Ruhr (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	

(54) Title: BURNER

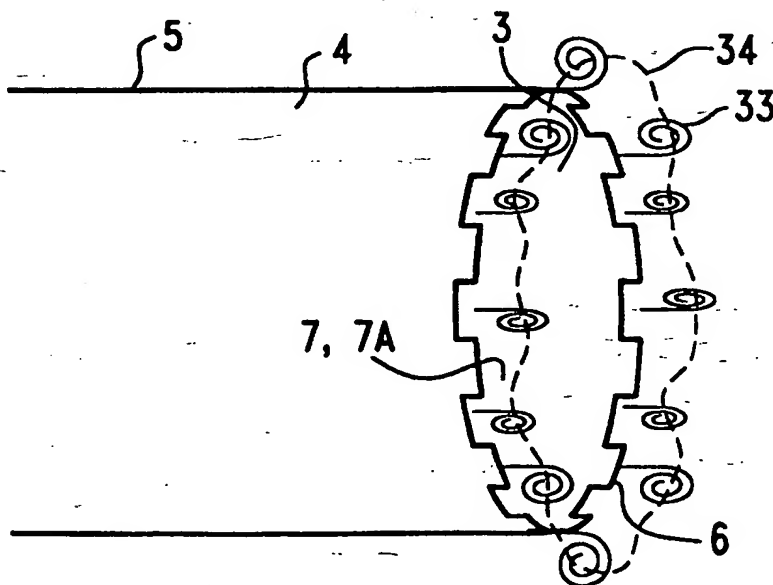
(54) Bezeichnung: BRENNER

(57) Abstract

The invention relates to a burner (1) especially for a gas turbine. According to the invention, the combustible gas supply duct (4) has an irregularly constructed opening edge (6). This produces an uneven curl field (34) consisting of swirls which originate from the opening edge (6), thereby dampening vibrations due to combustion.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Brenner (1), insbesondere für eine Gasturbine, in dem der Brenngaszufuhrkanal (4) erfindungsgemäß einen unregelmäßig ausgebildeten Mündungsrand (6) aufweist. Dadurch ergibt sich ein ungleichmäßiges Wirbelfeld (34) aus Wirbeln (33), welche sich vom Mündungsrand (6) ablösen. Dies hat die Unterdrückung von Verbrennungsschwingungen zur Folge.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## Brenner

- 5 Die Erfindung betrifft einen Brenner, insbesondere einen Brenner für eine Gasturbine, mit einer Brennkammer, in die ein Brenngaszufuhrkanal mündet, wobei die Kanalwand des Brenngaszufuhrkanals an der Mündung einen Mündungsrand aufweist.

-10

- In der DE 90 05 033 U1 ist eine Brennerplatte für einen atmosphärischen Brenner beschrieben. Die Brennerplatte ist mit einer Vielzahl von Öffnungen durchsetzt. Die Ränder dieser  
15 Öffnungen sind unregelmäßig gestaltet. Dadurch ergibt sich eine Verringerung störender Resonanzgeräusche.

- Das Prinzip eines Hybridbrenners ist beschrieben in dem Artikel "Progress in NO<sub>x</sub> and CO Emission Reduction of Gas Turbines", H. Maghon, P. Behrenbrink, W. Termuehlen und G. Gärtner, ASME/IEEE Power Generation Conference, Boston, October  
20 1990. Ein Hybridbrenner ist auch in der EP-A-0 580 683 näher erläutert.

- 25 In dem Artikel "Aktive Dämpfung selbsterregter Brennkammerschwingungen (AIC) bei Druckzerstäuberbrennern durch Modulation der flüssigen Brennstoffzufuhr" von J. Hermann, D. Vortmeyer und S. Gleiß, VDI-Berichte Nr. 1090, 1993, ist beschrieben, wie eine Verbrennungsschwingung in der Brennkammer  
30 einer Gasturbine oder eines Kessels entsteht und wie sie aktiv gedämpft werden kann. Bei der Verbrennung in der Brennkammer kann es nämlich zu der erwähnten selbsterregten Verbrennungsschwingung kommen, die auch als Verbrennungsinstabilität bezeichnet wird. Eine solche Verbrennungsschwingung  
35 entsteht durch die Wechselwirkung zwischen einer schwankenden Wärmefreisetzung bei der Verbrennung und der Akustik der Brennkammer. Eine Verbrennungsschwingung geht häufig einher

- mit einer hohen Lärmemission und einer mechanischen Belastung der Brennkammer, die bis zu einer Zerstörung von Bauteilen gehen kann. Die aktive Dämpfung der Verbrennungsschwingung wird dadurch erreicht, daß ein Stellglied (z.B. ein Piezo-Aktuator) die dem Brenner pro Zeiteinheit zugeführte Brennstoffmenge moduliert. Ein Mikrofon nimmt dabei die akustischen Schwingungen in der Brennkammer auf, und aus dem Mikrofonsignal wird ein Regelsignal für die Regelung der pro Zeiteinheit zugeführten Brennstoffmenge so abgeleitet, daß die Modulation der zugeführten Brennstoffmenge antizyklisch zur Verbrennungsschwingung erfolgt. Diese aktive Dämpfung der Verbrennungsschwingung erfordert einen beträchtlichen apparativen Aufwand.

15 Die Erfindung beruht auf der Überlegung, daß ein geringerer apparativer Aufwand dadurch erreichbar ist, daß die Geometrie des Brenners so gestaltet wird, daß eine geringere Tendenz zur Ausbildung der Verbrennungsschwingung besteht. Dieses Vorgehen kann als passive Dämpfung der Verbrennungsschwingung bezeichnet werden.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, einen Brenner der eingangs genannten Art anzugeben, in dem eine passive Dämpfung der Verbrennungsschwingung erreicht wird.

25 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Brenner, insbesondere für eine Gasturbine, der dadurch gekennzeichnet ist, daß der Mündungsrand unregelmäßig ausgebildet ist. Bei dem Brenner mündet ein Brenngaskanal in eine Brennkammer. Der Brenngaskanal weist eine Querschnittsfläche auf, die von einem Mündungsrand des Brenngaskanals begrenzt wird. Der Mündungsrand umgibt also den Querschnitt des Brenngaskanals. Der Mündungsrand kann dabei auch z.B. ein innerer Ring eines Ringkanals sein. Der Mündungsrand wird aber nicht durch den Rand einer Öffnung in einer Platte gebildet, die vor dem Brenngaskanal angeordnet ist. Insbesondere sind keine Brennerplatten mit einer Vielzahl von Öffnungen gemeint.

Mit "unregelmäßig" ist hier gemeint, daß der Brenngaszufuhrkanal einen Mündungsrand aufweisen kann, der unterschiedlich lange "Zungen" und/oder unterschiedlich tiefe "Einkerbungen" besitzt, der also "ausgefranst" ist. Mit "unregelmäßig" ist auch gemeint, daß die Kanalwand entlang des Umfangs der Mündung unter unterschiedlichen Winkeln in die Brennkammer mündet, also "eingedellt" oder "verbeult" ist. Der Rand weist demnach - in Umfangsrichtung gesehen - eine nichtrotations-symmetrische Kontur auf. Die "ausgefranste" und/oder die "verbeulte" Ausbildung bzw. Ausbildungen des Mündungsrandes kann bzw. können auf dem Umfang periodisch oder auch unperiodisch ausgeführt sein.

Beim Brenner einer Gasturbine wird der Strömungskanal, durch den das Brenngas Luft durch ein Drallgitter in die Brennkammer strömt, üblicherweise rotationssymmetrisch ausgeführt. Dies macht die Auslegung und die Fertigung einfach. Es gibt jedoch insbesondere bei Vormischbrennern Flammenschwingungen, die durch diese Bauweise begünstigt werden. Untersuchungen haben ergeben: Je gleichmäßiger das Geschwindigkeits- und Mischungsfeld ist, desto deutlicher ausgeprägt ist die Eigenschaft des Brenners, in ganz bestimmten Eigenfrequenzen intensive Schwingungen zu erzeugen. Ein bekannter Mechanismus, der solche Schwingungen erzeugt, ist die Wirbelbildung in Zonen mit hohen Geschwindigkeitsgradienten. Bei einem rotationssymmetrischen Kanal bilden sich periodische Ringwirbel, die ein Gemisch aus Luft und Brennstoff in sich führen und die sich nach einer bestimmten Laufzeit spontan entzünden. Sie erzeugen periodische Druckpulse, die wiederum zur Wellen- und Wirbelbildung in der Scherströmung führen.

Der Mündungsrand stellt für ein durch den Brennstoffzufuhrkanal strömendes Gemisch eine Abrißkante für Wirbel dar. Der Erfindung liegt nun die Erkenntnis zugrunde, daß sich von einem Mündungsrand, der regelmäßig ausgebildet ist, ein gleichmäßiges Wirbelfeld ablöst. Ein solches Wirbelfeld stellt eine

gleichmäßige, sich über den ganzen Mündungsrand erstreckende Druck- und Dichteverteilungen des Gemisches aus Brenngas und Brennstoff dar. Entzündet sich ein solches Gemisch spontan, so kommt es zu einem großflächig ausgedehnten Druckpuls.

- 5 Durch Wechselwirkung mit weiteren, sich periodisch vom Mündungsrand lösenden Wirbeln kann es dann zur Ausbildung einer Verbrennungsschwingung kommen. Der hier angesprochene unregelmäßig ausgeführte Mündungsrand hat demgegenüber zur Folge, daß Wirbel, welche sich entlang dieses Mündungsrandes ablösen, kein gleichmäßiges Wirbelfeld bilden. Dementsprechend
- 10 kommt es zu ungleichmäßigen, abgeschwächten Schwankungen von Dichte und Druck im Brenngas-Brennstoff-Gemisch entlang des Mündungsrandes. Damit treten spontane Entzündungen lokal und zeitlich versetzt auf. Es kommt nicht zu einem räumlich ausgedehnten Druckpuls. Dies hat wiederum zur Folge, daß sich
- 15 über die Wirbelbildung keine periodische Verbrennungsschwingung ausbildet. Die Erfindung ist nicht auf Brenner für Gasturbinen beschränkt, sondern kann auch vorteilhaft in anderen Brennern eingesetzt werden.

20

Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Mündungsrand eine Mündungsfläche aufspannt, die nicht eben ist. Durch diese Ausgestaltung liegen sich vom Mündungsrand lösende Wirbel nicht in einer Ebene. Dies hat zur Folge,

- 25 daß es nicht zu einer in einer Ebene gleichmäßigen Druck- oder Dichteverteilung des Gemisches kommt. Die Ausführung des Mündungsrandes, die oben mit dem Begriff "ausgefranst" umschrieben wurde, führt vielmehr dazu, daß sich ein ungleichmäßiges, verzerrtes Wirbelfeld ausbildet. Somit ist auch die
- 30 Geschwindigkeits- und Mischungsverteilung im Gemisch ungleichmäßig. Entsprechend den obigen Ausführungen folgt damit eine Unterdrückung der Ausbildung der Verbrennungsschwingung aufgrund der Wirbelbildung.

- 35 Nach einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Brenngaszufuhrkanal unter einer Mündungsrichtung in die Brennkammer mündet, wobei in einem jeden Längsschnitt

durch die Kanalwand der Mündungsrand eine Mündungstangente aufweist, die zur Mündungsrichtung in einem Mündungswinkel gerichtet ist, welcher Mündungswinkel sich entlang des Mündungsrandes ändert. Der Brenngaszufuhrkanal mündet unter einer vorgegebenen Mündungsrichtung in die Brennkammer. Bevorzugtermaßen ist vorgesehen, daß in einem jeden Längsschnitt durch die Kanalwand der Mündungsrand eine Mündungstangente aufweist, die zur Mündungsrichtung in einem Mündungswinkel gerichtet ist, der sich entlang des Mündungsrandes ändert.

5

10 Dabei kann der Mündungswinkel auch null sein, was bedeutet, daß die Kanalwand an dieser Stelle parallel zur Mündungsrichtung mündet. Der Winkel kann auch negativ sein, so daß die Kanalwand an einer solchen Stelle zur Kanalmitte hin gekrümmt ist. Für einen einfachen, z.B. rohrförmigen Kanal ist die

15 Mündungsrichtung die gerade Verlängerung der Kanalmittellinie an der Mündung. Für einen ringspaltförmigen Kanal ist die Mündungsrichtung die gerade Verlängerung eines jeweiligen Längsschnittes durch die Kanalmittelfläche. In der genannten Ausführungsform ändert sich entlang des Mündungsrandes der

20 Winkel, in dem sich die Kanalwand an die Brennkammer anschließt. Dies wurde oben auch als "verbeulter" Mündungsrand bezeichnet. Durch eine solche Ausgestaltung lösen sich vom Mündungsrand Wirbel in unterschiedlichen Richtungen und Intensitäten. Dies führt wiederum dazu, daß sich kein gleichmäßiges Wirbelfeld ausbildet. Dies hat entsprechend den obigen

25 Ausführungen zur Folge, daß es zu keiner gleichmäßigen Druck- oder Dichteverteilung des Brenngas-Brennstoff-Gemisches entlang des Mündungsrandes kommt. Dies hat die bereits erläuterte, unterdrückende Wirkung hinsichtlich der Ausbildung der

30 Verbrennungsschwingung.

Die "ausgefranste" Ausführungsform kann auch mit der "eingedellten" oder "eingebeulten" Ausführungsform kombiniert werden.

35

Weiter bevorzugt ist die Kanalwand so gestaltet, daß ein den Brenngaszufuhrkanal durchströmendes Brenngas in jedem Punkt

in der Nähe des Mündungsrandes eine Strömungsrichtung ungefähr parallel zur jeweils nächstliegenden Mündungstangente aufweist. Mit dieser Ausgestaltung wird erreicht, daß das Gemisch entlang des Mündungsrandes unter einem Winkel entsprechend dem Winkel der Kanalwand am jeweiligen Punkt des Mündungsrandes in die Brennkammer eingeleitet wird. Insbesondere zeigt ein Mündungsrand, bei dem die Kanalwand in unterschiedlichen Winkeln in die Brennkammer mündet, nur dann eine ausreichende Wirkung hinsichtlich der Erzeugung eines ungleichmäßigen Wirbelfeldes, wenn sich die Krümmung der Kanalwand über eine ausreichend lange Strecke in Richtung der Erstreckungsrichtung des Brenngaszufuhrkanals erstreckt, denn nur so wird im Brenngaszufuhrkanal strömendes Gemisch ausreichend geführt.

15

Bevorzugt hat der Mündungsrand eine Burgzinnengestalt oder eine dreieckig gezackte Gestalt.

20

Vorzugsweise ragt ein Auslenkmittel als Teil der Kanalwand in den Brenngaszufuhrkanal hinein, wobei ein äußerer Rand des Auslenkmittels Teil des Mündungsrandes ist.

25

Bevorzugtermaßen ist der Brenner als Hybrid-Brenner für eine Gasturbine ausgebildet.

25

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

30

FIG 1 eine schematische, perspektivische Darstellung eines Brenners gemäß dem Stand der Technik,

FIG 2 den Brenngaszufuhrkanal entsprechend Figur 1 in perspektivischer Darstellung,

35

FIG 3 einen Längsschnitt durch den Brenngaszufuhrkanal aus Figur 2,

- FIG 4 einen Brenngaszufuhrkanal mit unregelmäßig gestaltetem ("ausgefranstem") Mündungsrand gemäß der Erfindung,
- 5 FIG 5 eine Aufsicht auf die Mündung eines Brenngaszufuhrkanals mit unregelmäßig gestaltetem ("eingedelltem") Mündungsrand gemäß der Erfindung,
- 10 FIG 6 einen Längsschnitt durch den Brenngaszufuhrkanal aus Figur 4,
- FIG 7 einen Längsschnitt durch einen Hybrid-Brenner für eine Gasturbine gemäß der Erfindung,
- 15 FIG 8 eine Aufsicht auf die Mündung des Hybrid-Brenners aus Figur 7.
- FIG 9 einen Mündungsrand mit Burgzinnengestalt,
- 20 FIG 10 einen dreieckig gezackten Mündungsrand, und
- FIG 11 einen Mündungsrand mit Auslenkmitteln.

25 Dieselben Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

In Figur 1 ist schematisch und perspektivisch ein Brenner 1 dargestellt. In dessen Brennkammer 2 mündet an einer Mündung 3 ein Brenngaszufuhrkanal 4 für Brenngas G, in diesem Falle für Luft. Der Brenngaszufuhrkanal 4 hat eine Querschnittsfläche 7A. An der Mündung 3 weist die Kanalwand 5 des Brenngaszufuhrkanals 4 einen Mündungsrand 6 auf. Der Mündungsrand 6 begrenzt hier eine kreisrunde, ebene Mündungsfläche 7 und begrenzt auch die Querschnittsfläche 7A. In den Brenngaszufuhrkanal 4 führt eine Einspritzdüse 13, die an eine Brennstoffzufuhrleitung 12 für Brennstoff B angeschlossen ist. In der Brennkammer 2 ist ein Pilotbrenner 9 eingebaut. Dieser weist

30

35

eine eigene Brenngaszufuhrleitung 10 für Brenngas H, in diesem Falle Luft, und eine eigene Brennstoffzuleitung 11 für Brennstoff S, in diesem Falle ein brennbares Gas, auf. Von der Brennkammer 2 weg führt ein Abgaskanal 8.

5

Im Betrieb des Brenners 1 wird dem Brenngas G, in diesem Falle also Luft, im Brenngaszufuhrkanal 4 über die Einspritzdüse 13 der Brennstoff B, z.B. Erdöl, zugemischt. Der Brennkammer 2 wird dadurch über den Brenngaszufuhrkanal 4 ein Brennstoff-Brenngas-Gemisch B/G zugeführt. Am Pilotbrenner 9 wird eine Pilotflamme 14 aufrechterhalten. An dieser Pilotflamme 14 entzündet sich das aus dem Brenngaszufuhrkanal 4 austretende Brennstoff-Brenngas-Gemisch B/G. Das bei der Verbrennung entstehende Abgas A wird durch den Abgaskanal 8 abgeleitet. Bei Einleitung des Brennstoff-Brenngas-Gemisches B/G in die Brennkammer 2 lösen sich vom Mündungsrand 6 des Brenngaszufuhrkanals 4 Wirbel 33 ab. Dies wird anhand von Figur 2 näher erläutert.

10

15

Figur 2 zeigt den Brenngaszufuhrkanal 4 aus Figur 1. Der Mündungsrand 6 des Brenngaszufuhrkanals 4 stellt eine Abrißkante für Wirbel 33 des durch den Brenngaszufuhrkanal 4 strömenden Brenngas-Brennstoff-Gemisches G/B dar. Durch die regelmäßige (ebene, rotationssymmetrische) Ausführung des Mündungsrandes 6 ergibt sich ein gleichmäßiges (symmetrisches) Wirbelfeld 34 der abreißenen Wirbel 33. Dies hat zur Folge, daß sich über die ganze Mündung 3 des Brenngaszufuhrkanals 4 eine gleichmäßige Druck- und Dichteverteilung des Gemisches G/B einstellt. Kommt es zu einer spontanen Entzündung des Brenngas-Brennstoff-Gemisches G/B, so breitet sich diese Entzündung entsprechend der gleichmäßigen Druck- und Dichteverteilung schlagartig über das ganze Wirbelfeld 34 aus. Es ergibt sich ein ausgedehnter Drückpuls. Durch Wechselwirkung mit sich danach ablösenden Wirbeln 33 und Wirbelfeldern 34 wird eine Verbrennungsschwingung ausgebildet. Eine solche Verbrennungsschwingung kann zu hoher Lärmentwicklung oder sogar zur Schädigung des Brenners 1 führen.

20

25

30

35

Figur 3 zeigt einen Längsschnitt durch den geraden, zylinderrohrförmigen Brenngaszufuhrkanal 4 aus Figur 2. Der Kanal 4 mündet entlang der Mündungsrichtung 17 in die hier nicht dargestellte Brennkammer 2. Im Bereich des Mündungsrandes 6 liegt an der inneren Kanalwand 5 eine Mündungstangente 16 an. Die Mündungstangente 16 ist hier parallel zur Mündungsrichtung 17 gerichtet. Dies gilt für jeden Punkt des Mündungsrandes 6.

In Figur 4 ist demgegenüber ein erfindungsgemäßer Brenngaszufuhrkanal 4 mit einem unregelmäßig ausgebildeten Mündungsrand 6 abgebildet. Der Mündungsrand 6 weist hier abwechselnd Höhen ("Zungen") und Täler ("Einkerbungen") aus, wobei die Verteilung dieser Höhen und Täler (d.h. ihr Abstand von einander, ihre Form sowie ihre Bemessung) unterschiedlich sein kann. Beispielsweise ist die Dreiecks-, Trapez- oder Rechteckform möglich. Gemessen zu einer willkürlich gewählten, den Brenngaszufuhrkanal 4 senkrecht schneidenden, ebenen Fläche 35 weist jeder Punkt des Mündungsrandes 6 einen Abstand L auf. Entlang des Mündungsrandes 6 ändert sich dieser Abstand L unregelmäßig. Durch diesen "ausgefranst" Mündungsrand 6 wird eine Mündungsfläche 7 aufgespannt, die nicht eben ist. Dies hat zur Folge, daß sich durch die vom Mündungsrand 6 ablösenden Wirbel 33 kein gleichmäßiges Wirbelfeld 34 ausbildet. Damit kann es allenfalls lokal zu einer spontanen Entzündung des Brennstoff-Brenngas-Gemisches kommen. Dies hat wiederum zur Folge, daß sich keine oder allenfalls eine geringe Verbrennungsschwingung ausbildet. Diese Verbrennungsschwingung ist also durch passive, d.h. konstruktive Maßnahmen gedämpft.

Figur 5 zeigt eine Aufsicht auf die Mündung 3 eines Brenngaszufuhrkanals 4, bei dem der Mündungsrand 6 in anderer Weise als in Figur 4 unregelmäßig gestaltet ist. Der Mündungsrand 6 spannt hier eine Mündungsfläche 7 auf, die nicht rotations-symmetrisch ausgebildet ist. Der Mündungsrand 6 stellt hier also keinen Kreis sondern eine geschlängelte Linie dar. Dies

rührt daher, daß die Kanalwand 5 entlang des Mündungsrandes 6 unter unterschiedlichen Winkeln in die Brennkammer 2 mündet. Dies wird näher anhand von Figur 6 erläutert.

5 Figur 6 zeigt einen Längsschnitt durch den Brenngaszufuhrkanal 4 aus Figur 5. Der Brenngaszufuhrkanal 4 mündet unter der Mündungsrichtung 17 in die (nicht dargestellte) Brennkammer 2. In diesem Längsschnitt ist der Mündungsrand 6 durch zwei Punkte 6A und 6B dargestellt. Im Punkt 6A liegt an der Kanalwand 5 eine Mündungstangente 16A an. Im Punkt 6B liegt an der Kanalwand 5 eine Mündungstangente 16B an. Die Mündungstangente 16A schließt mit der Mündungsrichtung 17 einen Mündungswinkel  $\alpha_1$  ein, und die Mündungstangente 16B schließt mit der Mündungsrichtung 17 einen anderen Mündungswinkel  $\alpha_2 > \alpha_1$  ein. Entlang des Mündungsrandes 6 ändern sich die Mündungswinkel  $\alpha_1$  bzw.  $\alpha_2$ . Mit anderen Worten: Der Mündungsrand 6 ist in seinem Verlauf unterschiedlich weit von der zentralen Mündungsrichtung 17 weggebogen oder "eingedellt". Vom Mündungsrand 6 sich ablösende Wirbel 33 treten entlang der jeweils vorliegenden Mündungstangente 16A, 16B in die Brennkammer 2 ein. Durch die unterschiedlichen Eintrittswinkel der Wirbel 33 ergibt sich ein ungleichmäßiges Wirbel-  
feld 34 mit der oben ausgeführten, unterdrückenden Wirkung auf die Ausbildung einer Verbrennungsschwingung.

25. Figur 7 zeigt einen als Hybrid-Brenner ausgeführten Brenner 1 für eine Gasturbine. Rotationssymmetrisch um eine Achse 20 ist ein (im Schnitt ringförmiger) Brenngaszufuhrkanal 4 für Brenngas G angeordnet, der in eine Brennkammer 2 mündet. Die Brennkammer 2 ist vorzugsweise eine Ringbrennkammer, in der eine nicht dargestellte Vielzahl von Brennern 1 eingebaut ist. Der Brenngaszufuhrkanal 4 umschließt einen Pilotbrenner 9 mit einer Brenngas-Zufuhrleitung 10 für Brenngas H (wie z.B. Luft) und einer Brennstoffzuleitung 11 für Brennstoff S (wie z.B. Erdöl). Sowohl in der Brenngaszufuhrleitung 10 des Pilotbrenners 9 als auch im Brenngaszufuhrkanal 4 sind Drallgitter 21 bzw. 22 angeordnet. Sie dienen der Stabilisierung

der Verbrennung, indem sie dem Brenngas H bzw. G einen Drall aufprägen.

Die Kanalwand 5 des Brenngaszufuhrkanals 4 weist an der Mündung 3 einen Mündungsrand 6 auf. Dieser wird gebildet von einem äußeren Mündungsrand 6A und von einem inneren Mündungsrand 6B. Die Brenngaszufuhrleitung 10 des Pilotbrenners 9 weist ebenfalls einen äußeren Mündungsrand 6R und einen inneren Mündungsrand 6S auf. In den Brenngaszufuhrkanal 4 wird über Düsen 13 aus Brennstoffzuleitungen 12 Brennstoff B, vorzugsweise Erdöl oder Erdgas, in das Brenngas G, hier wiederum Luft, eingedüst. Es bildet sich ein Brennstoff-Luft-Gemisch G/B, welches sich an der Pilotflamme des Pilotbrenners 9 in der Brennkammer 2 entzündet. Das entstehende Abgas A treibt eine (nicht dargestellte) Turbine an.

Wie in den oben dargestellten Beispielen ist der Mündungsrand 6 unregelmäßig ausgeführt, wodurch der bereits eingehend beschriebene Vorteil, nämlich die Unterdrückung der Ausbildung von Verbrennungsschwingungen durch Wirbel, erzielt wird. An den Punkten 6A bzw. 6A' weist die Kanalwand 5 jeweils eine Mündungstangente 16A bzw. 16A' auf. Der Brenngaszufuhrkanal 4 mündet jeweils unter einer Mündungsrichtung 17 in die Brennkammer 2.

Die Mündungstangente 16A schließt mit der Mündungsrichtung 17 einen Winkel  $\alpha A$  ein, und die Mündungstangente 16A' schließt mit der Mündungsrichtung 17 einen Winkel  $\alpha A'$  ein. Auch an den Punkten 6B bzw. 6B' des inneren Mündungsrandes weist die Kanalwand 5 jeweils eine Mündungstangente 16B bzw. 16B' auf. Die Mündungstangente 16B schließt mit der Mündungsrichtung 17 einen Mündungswinkel  $\alpha B$  ein, und die Mündungstangente 16B' schließt mit der Mündungsrichtung 17 einen Mündungswinkel  $\alpha B'$  ein. Der Mündungswinkel  $\alpha B$  bzw.  $\alpha A$  ändert sich entlang des Mündungsrandes 6, also in weiteren Längsschnitten durch den Brenner 1, unregelmäßig. Aus den unterschiedlichen Mündungswinkeln  $\alpha$  der Kanalwand 5 resultieren unterschiedliche

Eintrittswinkel  $\alpha$  für sich vom Mündungsrand 6 ablösende Wirbel 33. Daraus ergibt sich die Bildung eines ungleichmäßigen Wirbelfeldes 34 und damit die oben bereits ausführlich erläuterte Unterdrückung der Verbrennungsschwingung.

5

Der äußere Mündungsrand 6A und der innere Mündungsrand 6B enden somit jeweils bei unterschiedlichen Punkten des jeweiligen Mündungsrandes 6 auf unterschiedlichen Längen L, gemessen entlang der Achse 20 von einer beliebig gewählten, senkrecht zur Achse 20 gerichteten Bezugsebene 35. Dieser "ausgefrante" Mündungsrand 6 hat ebenfalls die oben beschriebene Ausbildung eines ungleichmäßigen Wirbelfeldes zur Folge und unterdrückt damit die Ausbildung einer Verbrennungsschwingung.

15

Der Mündungsrand 6C, 6D des Pilotbrenners 9 ist in diesem Beispiel regelmäßig ausgeführt. Er könnte aber ebenfalls unregelmäßig ausgeführt sein.

20

In Figur 8 ist in einer Aufsicht auf den Brenner 1 aus Figur 7 gezeigt, wie sich die unterschiedlichen Krümmungswinkel  $\alpha$  entlang des Mündungsrandes 6 auf die Gestalt der Mündungsfläche 7 auswirken. Es ergibt sich eine Ringfläche mit geschwängelter Kontur. Die niedrige Symmetrie der Mündungsfläche 7 ergibt eine zusätzliche Verungleichmäßigung eines sich vom Mündungsrand 6 ablösenden Wirbelfeldes 34.

25

Figur 9 zeigt einen Mündungsrand 4 mit Burgzinnengestalt. Für eine vereinfachte Darstellung ist der Mündungsrand 4 abgewinkelt eben dargestellt. Der Mündungsrand 4 weist drei äquidistante rechteckige Vorsprünge 70 auf, die als Burgzinnen bezeichnet werden. Jeder Vorsprung hat eine Höhe H und eine Breite B. Vorzugsweise weist der Mündungsrand 4 nicht mehr als drei Burgzinnen auf. Diese haben jeweils ein Verhältnis von Breite B zu Höhe H von mehr als 2 : 1.

35

13 —

Figur 10 zeigt einen ebenfalls eben und abgewinkelt dargestellten Mündungsrand 4 mit einer dreieckig gezackten Gestalt. Der Mündungsrand 4 wird hierbei durch fünf aneinander-grenzende, gleichschenklige Dreiecke gebildet.

5

In Figur 11 ist eine Draufsicht auf eine Mündungsfläche 7 eines Brenngaszufuhrkanals 4 gezeigt. Etwa dreiecksförmige Auslenkmittel 80 sind an der Innenseite des Brenngaszufuhrkanals 4 angeordnet und sind Teil der Kanalwand 5. Der Mündungsrand 6 wird teilweise vom äußeren Rand der Auslenkmittel 80 gebildet.

10

Die Ausführungsformen der Figuren 9 bis 11 sind besonders gut geeignet, die Bildung von Ringwirbeln zu stören, die sich vom Mündungsrand 6 ablösen. Insbesondere große, den gesamten Umfang des Brenngaszufuhrkanals 4 umschließende Ringwirbel 33 werden durch den so ausgestalteten Mündungsrand 6 effektiv an ihrer Entstehung gehindert.

15

## Patentansprüche

1. Brenner (1), insbesondere für eine Gasturbine, mit einer Brennkammer (2), in die ein Brenngaszufuhrkanal (4) mit einer Querschnittsfläche (7A) mündet, wobei die Kanalwand (5) des Brenngaszufuhrkanals (4) an der Mündung (3) einen Mündungsrand (6) aufweist, welcher Mündungsrand (6) die Querschnittsfläche (7A) begrenzt, dadurch gekennzeichnet, daß der Mündungsrand (6) unregelmäßig ausgebildet ist.

2. Brenner (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mündungsrand (6) eine Mündungsfläche (7) aufspannt, die nicht eben ist (Fig. 4).

3. Brenner (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Brenngaszufuhrkanal (4) unter einer Mündungsrichtung (17) in die Brennkammer (2) mündet, dadurch gekennzeichnet, daß in einem jeden Längsschnitt durch die Kanalwand (5) der Mündungsrand (6) eine Mündungstangente (16) aufweist, die zur Mündungsrichtung (17) in einem Mündungswinkel ( $\alpha$ ) gerichtet ist, welcher Mündungswinkel ( $\alpha$ ) sich entlang des Mündungsrandes (6) ändert (Fig. 5 und 6).

4. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalwand (5) so gestaltet ist, daß ein den Brenngaszufuhrkanal (4) durchströmendes Brenngas (G) in jedem Punkt in der Nähe des Mündungsrandes (6) eine Strömungsrichtung ungefähr parallel zur jeweils nächstliegenden Mündungstangente (16) aufweist.

5. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Ausführung als Hybridbrenner für eine Gasturbine (Fig. 7 und 8).

6. Brenner (1) nach Anspruch 5,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h einen zentralen  
Pilotbrenner (9), der von einem im Querschnitt ringförmigen  
5 Brenngaszufuhrkanal (4) umgeben ist (Fig. 7).

7. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Mündungsrand (6) eine Burgzinnengestalt hat.

10

8. Brenner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Mündungsrand (6) eine dreieckig gezackte Gestalt hat.

15

9. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein  
Auslenkmittel (80) als Teil der Kanalwand (5) in den  
Brenngaszufuhrkanal (4) hineinragt, wobei ein äußerer Rand  
des Auslenkmittels (80) Teil des Mündungsrandes (6) ist.

1/6

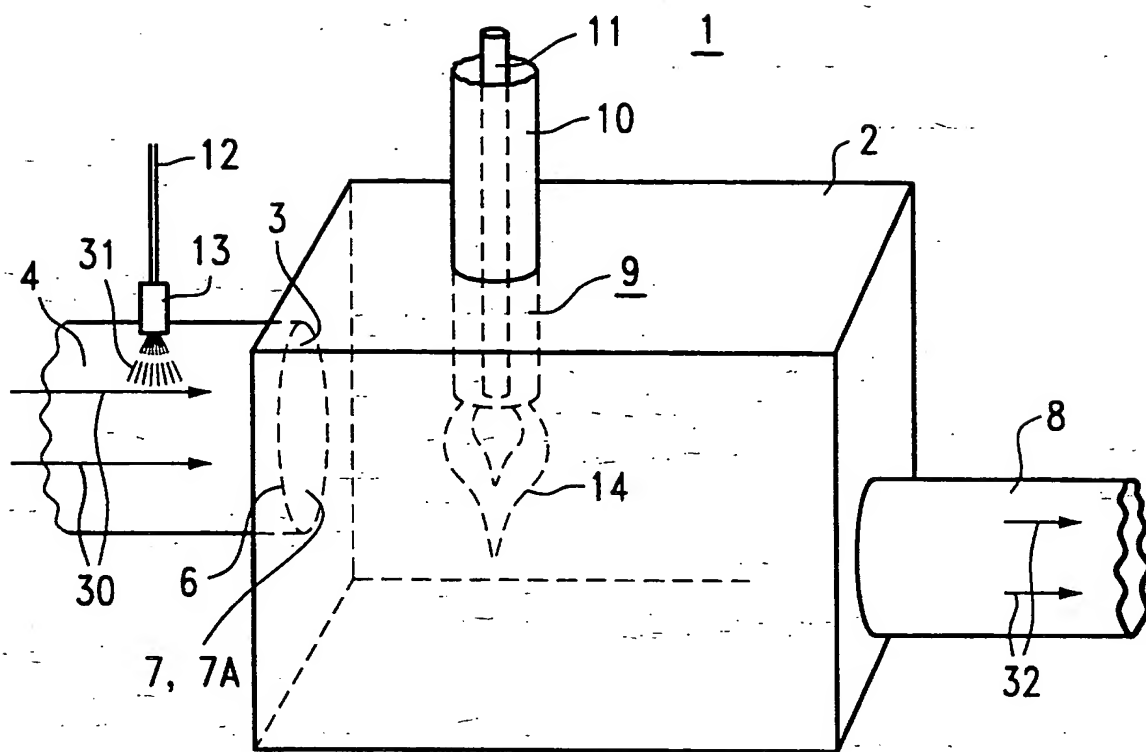


FIG 1

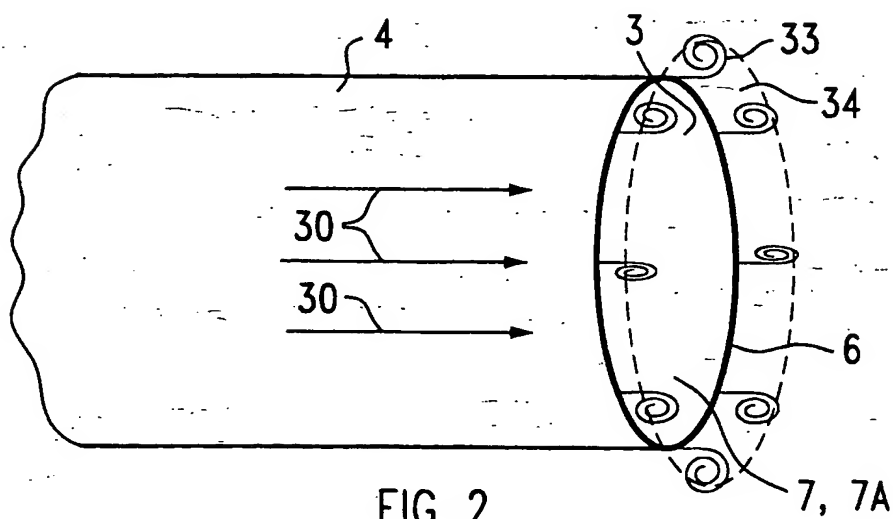


FIG 2

2/6

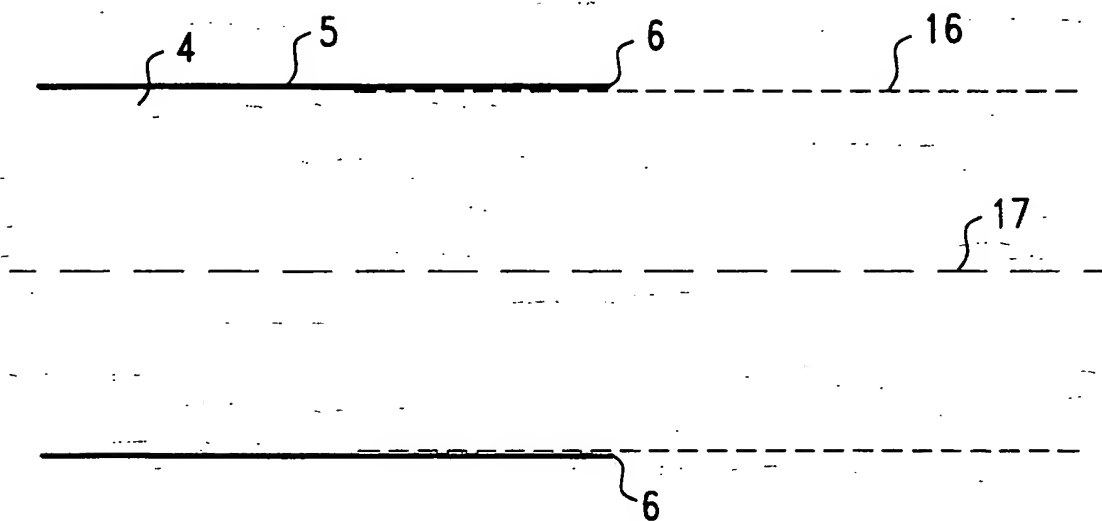


FIG 3

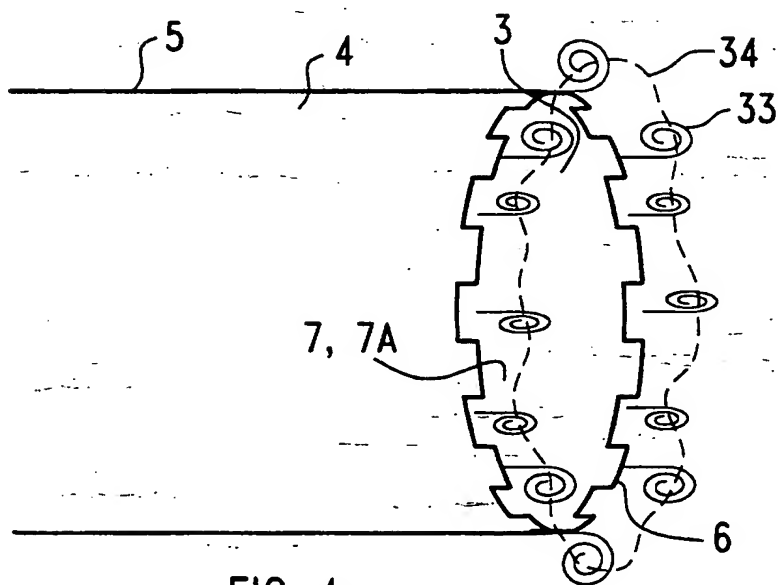


FIG 4

3/6

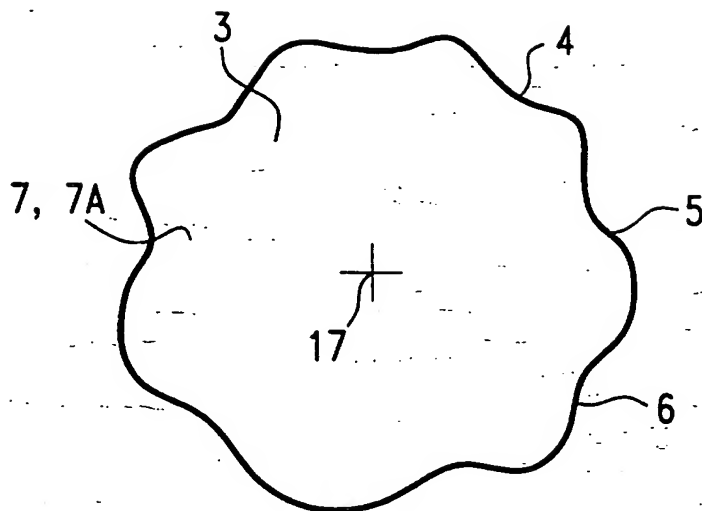


FIG 5

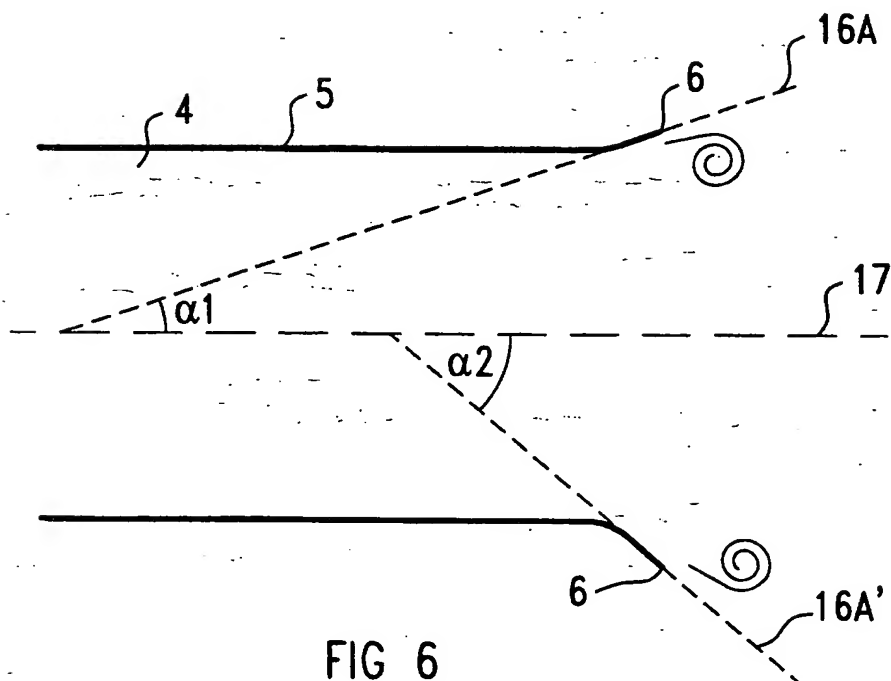
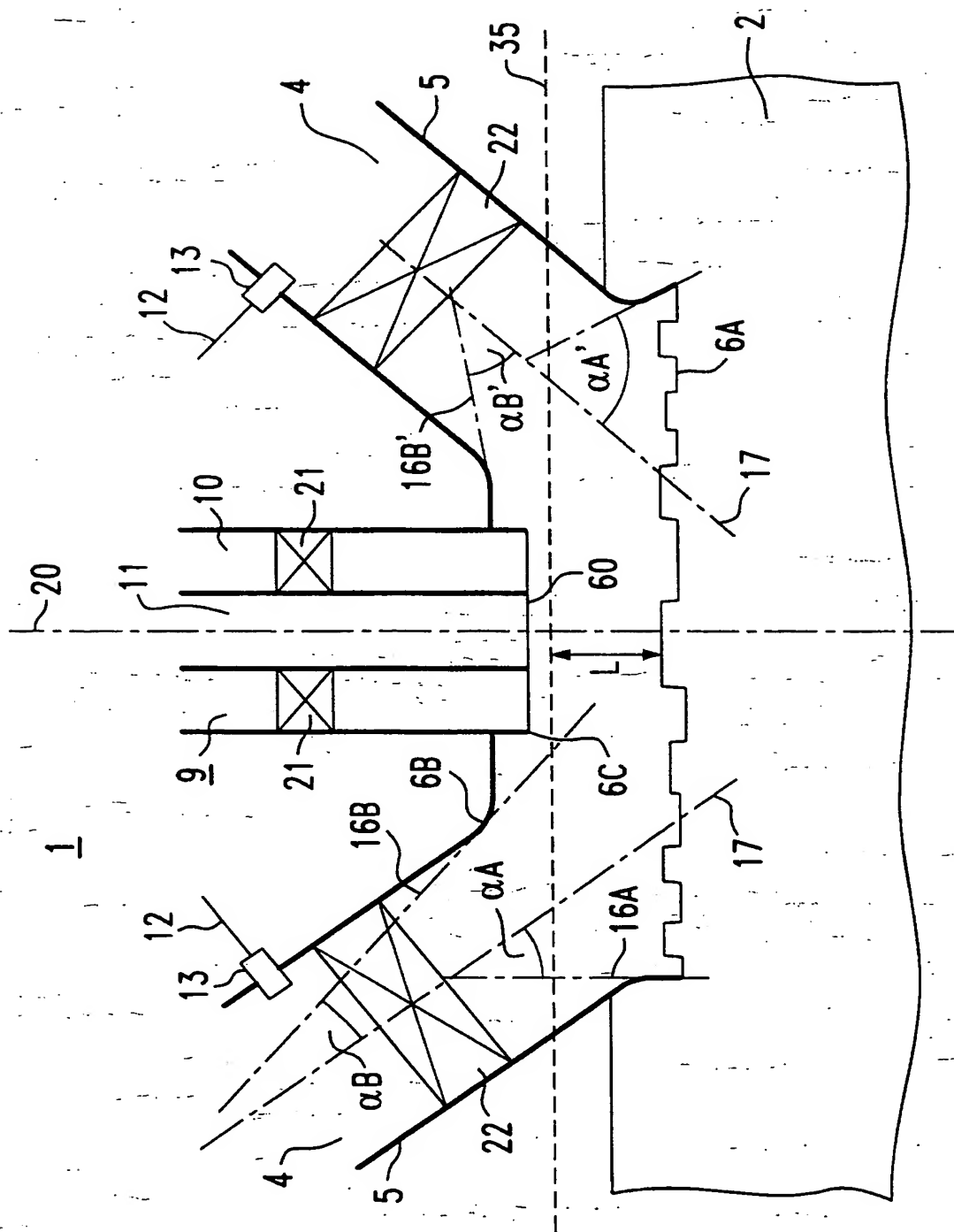


FIG 6

4/6



5/6

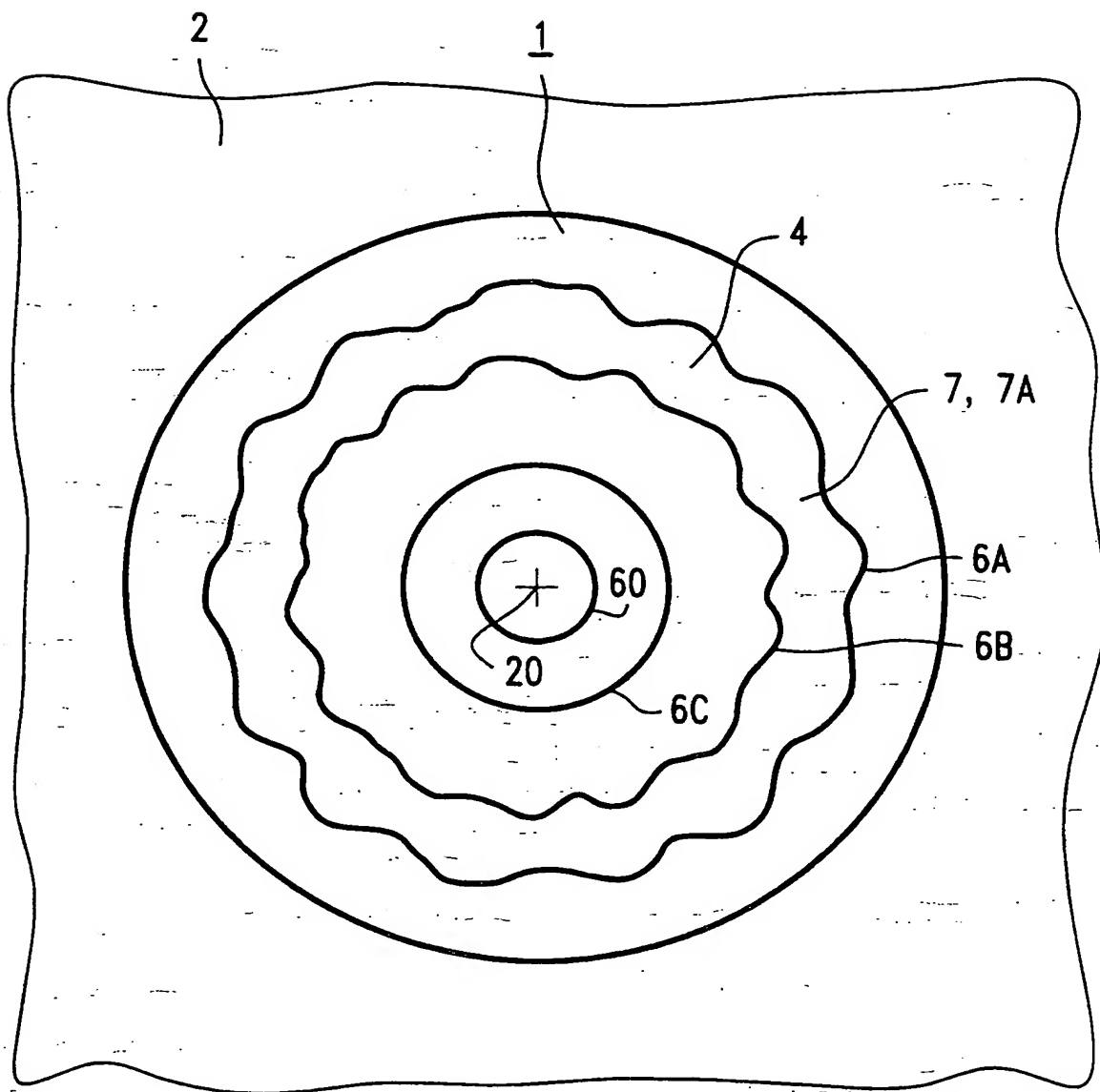


FIG 8

6/6

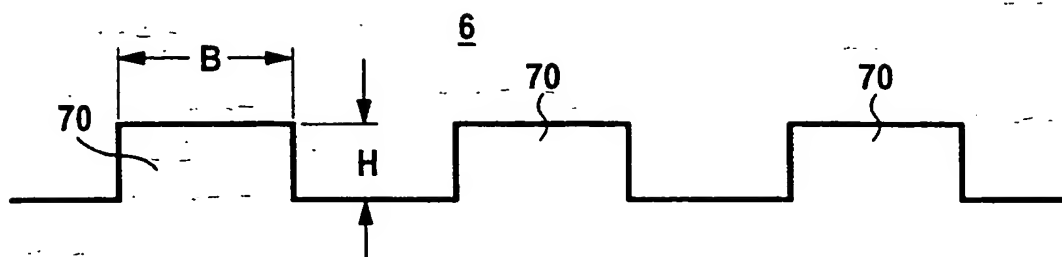


FIG 9

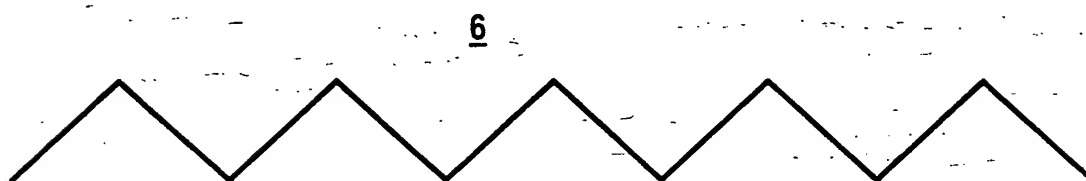


FIG 10

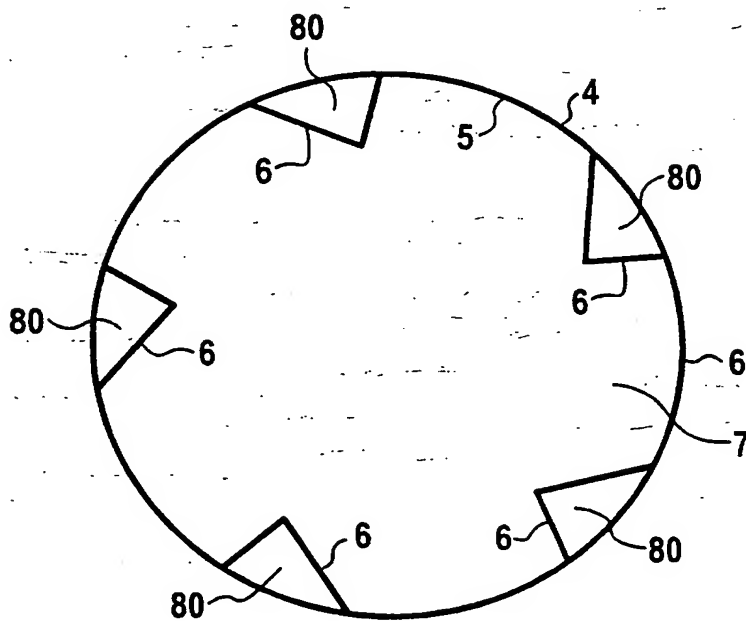


FIG 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 98/02038

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC<sup>6</sup>: F 23 D 17/00, F 23 D 14/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC<sup>6</sup>: F-23D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	US 5676538 A (LOVETT, J.A.) 14 October 1997 (14.10.97)	1,2,4,7
Y		5,6
A		3,89
Y	WO 92/19913 A1 /SIEMENS AG) 12 November 1992 (12.11.92)	5,6
X	US 5129226 A (BIGELOW et al.) 14 July 1992 (14.07.92)	1,27
A	EP 751351 A1 (ABB RESEARCH LTD.) 02 January 1997 (02.01.97)	1,8,9
A	WO 93/10401 A1	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 November 1998 (23.11.98)

Date of mailing of the international search report

22 December 1998 (22.12.98)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 98/02038

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	(SIEMENS-AG) 27. May 1993 (27.05.93)	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 98/02038

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

F 23 D-17/00, F 23 D 14/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK<sup>6</sup>

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F 23 D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X, P	US 5676538 A (LOVETT, J.A.) 14. Oktober 1997 (14.10.97):	1, 2, 4, 7
Y		5, 6
A		3, 8, 9
Y	WO 92/19913 A1 (SIEMENS AG) 12. November 1992 (12.11.92):	5, 6
X	US 5129226 A (BIGELOW et al.) 14. Juli 1992 (14.07.92):	1, 2, 7
A	EP 751351 A1 (ABB RESEARCH LTD.) 02. Januar 1997 (02.01.97):	1, 8, 9
A	WO 93/10401 A1	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☐ Siehe Anhang Patentfamilie

### \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \* "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \* "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \* "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \* "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \* "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\* "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\* "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\* "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  
23 November 1998

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

22 12 1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

PFAHLER e.h.

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	(SIEMENS AG) 27. Mai 1993 (27.05.93).	

# ANHANG

zum internationalen Recherchen-  
bericht über die internationale  
Patentanmeldung Nr.

# ANNEX

to the International Search  
Report to the International Patent  
Application No.

# ANNEXE

au rapport de recherche inter-  
national relatif à la demande de brevet  
international n°

PCT/DE 98/02038 SAE 209331

In diesem Anhang sind die Mitglieder  
der Patentfamilien der im obenge-  
nannten internationalen Recherchenbericht  
angeführten Patentdokumente angegeben.  
Diese Angaben dienen nur zur Unter-  
richtung und erfolgen ohne Gewähr.

This Annex lists the patent family  
members relating to the patent documents  
cited in the above-mentioned inter-  
national search report. The Office is  
in no way liable for these particulars  
which are given merely for the purpose  
of information.

La présente annexe indique les  
membres de la famille de brevets  
relatifs aux documents de brevets cités  
dans le rapport de recherche inter-  
national visée ci-dessus. Les renseigne-  
ments fournis sont donnés à titre indica-  
tif et n'engagent pas la responsabilité  
de l'Office.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication	Mitglied(er) der Patentfamilie Patent family member(s) Membre(s) de la famille de brevets	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication
US A 5676538	14-10-97	keine - none - rien	
WO A1 9219913	12-11-92	DE C0 59204270 EP A1 580683 EP B1 580683 JP T2 6506760 RU C1 2079049 US A 5451160 DE A1 4212810	14-12-95 02-02-94 08-11-95 28-07-94 10-05-97 19-09-95 29-10-92
US A 5129226	14-07-92	AU A1 52040790 AU E2 624689 DE A1 4009196 FR A1 2644876 GB A0 9006716 GB A1 2229806 GB B2 2229806 IL A0 93630 IL A1 93630 IT A0 9019836 IT A 1239418 JP A2 2273023 JP B4 6005041 SE A0 9001072 SE A 9001072	27-09-90 18-06-92 04-10-90 28-09-90 23-05-90 03-10-90 21-04-93 23-12-90 15-03-93 27-03-90 20-10-93 09-11-90 19-01-94 24-03-90 28-09-90
EP A1 751351	02-01-97	DE A1 19523094 JP A2 9014635 US A 5832732	02-01-97 17-01-97 10-11-98
WO A1 9310401	27-05-93	CZ A3 9401149 EP A1 611434 JP T2 7501137	17-08-94 24-08-94 02-02-95